

TITLE OF THE INVENTION

ノズル孔の画像認識方法およびこれを用いた液滴吐出ヘッドの位置補正方法、ノズル孔の検査方法、ノズル孔の画像認識装置およびこれを備えた液滴吐出装置、並びに電気光学装置の製造方法、電気光学装置および電子機器

BACKGROUND OF THE INVENTION

1. Field of the Invention

本発明は、インクジェットヘッドに代表される液滴吐出ヘッドのノズル孔を撮像し、これを画像認識等するノズル孔の画像認識方法およびこれを用いた液滴吐出ヘッドの位置補正方法、ノズル孔の検査方法、ノズル孔の画像認識装置およびこれを備えた液滴吐出装置、並びに電気光学装置の製造方法、電気光学装置および電子機器に関するものである。

2. Description of the Related Art

インクジェット方式を適用したカラーフィルタの成膜装置など、キャリッジに搭載した液滴吐出ヘッドに機能液供給系から機能液を供給する液滴吐出装置では、機能液の性状等によっては液滴吐出ヘッド自体の寿命が短くなるため、これを交換する必要がある。しかし、交換に際して、キャリッジに対する高い位置精度（取付け精度）を安定に維持することは、機械的精度として限界がある。

そこで、従来は、ノズル孔の画像認識方法を適用して、キャリッジに取付け後、ノズル孔を認識カメラによりストロボ撮像し、その位置を画像認識することで、最終的に、液滴吐出ヘッドの位置誤差をデータ上で補正する措置がとられている。この場合には、精度を考慮し、認識カメラの固定位置に液滴吐出ヘッドをキャリッジを介して移動させ、最外端の2つのノズル孔を撮像する。

このような従来の方法は、液滴吐出ヘッドに機能液を未だ充填していない状態で行い、データ補正後に機能液供給系を液滴吐出ヘッドに接続するが、この際、配管部材を液滴吐出ヘッドのアダプタに手作業で取り付けるため、液滴吐出ヘッドの取付け位置が僅かにずれるおそれがあった。このため、実際には、確認の意味で画像認識作業を再度行うなど、一連の交換作業が煩雑で迅速性に欠けていた。

このような問題を考慮すると、本来的に、機能液供給系を液滴吐出ヘッドに接

続してから、ノズル孔の画像認識作業を行うことが好ましい。しかし、液滴吐出ヘッドに機能液が充填された状態であると、液滴吐出ヘッドの移動に伴う慣性や機能液供給系の配管内の圧力変動により、ノズル孔のメニスカス面（ノズル孔の吐出側に形成される機能液の表面）の凹凸が一定せず、その結果、撮像画像に照射ムラが生じ、画像認識精度に影響をきたしてしまう。

SUMMARY OF THE INVENTION

本発明は、機能液を充填した状態でノズル孔を精度良く画像認識等することができるノズル孔の画像認識方法およびこれを用いた液滴吐出ヘッドの位置補正方法、ノズル孔の検査方法、ノズル孔の画像認識装置およびこれを備えた液滴吐出装置、並びに電気光学装置の製造方法、電気光学装置および電子機器を提供することをその目的としている。

本発明のノズル孔の画像認識方法は、機能液を充填した状態の液滴吐出ヘッドのノズル孔を撮像し、これを画像認識するノズル孔の画像認識方法において、ノズル孔のメニスカス面を単周期微動させる駆動波形の液滴吐出ヘッドへの印加に同期させて、ノズル孔を撮像することを特徴とする。

この場合、ノズル孔に対し、ストロボを発光させて撮像を行うことが、好ましい。

同様に、本発明のノズル孔の画像認識装置は、機能液を充填した状態の液滴吐出ヘッドのノズル孔を撮像し、これを画像認識するノズル孔の画像認識装置において、ノズル孔に撮像光を照射するストロボと、ストロボにより照射されたノズル孔を撮像する認識カメラと、ノズル孔のメニスカス面を単周期微動させる駆動波形を液滴吐出ヘッドに印加するヘッド駆動ドライバと、液滴吐出ヘッドへの駆動波形の印加に同期して、ストロボを発光させるストロボ駆動ドライバと、を備えたことを特徴とする。

これらの構成によれば、液滴吐出ヘッドに印加した駆動波形により、機能液をノズル孔から吐出させることなく、ノズル孔のメニスカス面を単周期微動させることで、メニスカス面を所定の位置へと移行させ、この状態のノズル孔を自然光またはストロボにより照射して撮像することができる。

これにより、ノズル孔を同一条件のもとで撮像できるため、例えばメニスカス面における一定の照射ムラを考慮した画像処理プロセスを予め構築しておくことで、撮像後の画像処理においてメニスカス面の照射ムラを好適に吸収して、ノズル孔を適切に認識することができる。あるいは、「同一条件」を、照射ムラを本来的に回避し得るメニスカス面の状態として、メニスカス面の影響を排除できるため、複雑な画像処理を不要にしてノズル孔を適切に認識できる。また、ヘッド駆動ドライバにより、ストロボによる発光のための専用のタイミングデータを生成しないで済むことも可能となる。

これらの場合、駆動波形により、メニスカス面がノズル孔の内部に引き込まれるタイミングで撮像が行われることが、好ましい。

同様に、駆動波形は、メニスカス面をノズル孔の内部に引き込ませる波形であり、ストロボ駆動ドライバは、メニスカス面がノズル孔の内部に引き込むタイミングでストロボを発光させることが、好ましい。

この構成によれば、メニスカス面の照射ムラという事態が生じ得ない。これにより、液滴吐出ヘッドの移動を問わず、メニスカス面の影響が完全に排除されるため、簡単な画像処理によりノズル孔を適切に且つ迅速に認識できる。また、ノズル孔の吐出側の部位に付着した異物（例えば機能液中の溶剤が固化したもの）の有無を容易に検出することもでき、吐出不良ノズルの検査に供することもできる。

これらの場合、認識カメラは、液滴吐出ヘッドのノズル面に対向する位置に固定されていることが、好ましい。

この構成によれば、移動に伴う認識カメラの位置ずれを排除でき、ノズル孔の形状を誤りなく確実に認識することができる。

本発明の液滴吐出ヘッドの位置補正方法は、上記した本発明のノズル孔の画像認識方法を用い、液滴吐出ヘッドのノズル孔の位置を画像認識する認識工程と、認識工程における認識結果に基づいて、液滴吐出ヘッドの位置データを補正するデータ補正工程と、を備えたことを特徴とする。

本発明の液滴吐出装置は、ワークに対し、液滴吐出ヘッドを相対的に移動させてノズル孔から機能液の選択的な吐出を行う液滴吐出装置において、上記した本

発明のノズル孔の画像認識装置と、液滴吐出ヘッドの位置データを記憶した記憶手段と、を備え、位置データは、ノズル孔の画像認識装置によるノズル孔の位置の画像認識結果に基づいて補正されたデータであることを特徴とする。

これらの構成によれば、例えば液滴吐出装置において液滴吐出ヘッドを交換した場合に、上記のノズル孔の画像認識方法・装置を用いてノズル孔の位置を画像認識し、このノズル孔の位置が設計上目標の位置（基準位置）に整合するように、画像認識結果に基づいて位置データを補正している。これにより、液滴吐出ヘッドの位置補正を高精度且つ迅速に行うことができる。また、位置補正された液滴吐出ヘッドは、ワークの目標の位置に正確に機能液を吐出することが可能となる。

本発明のノズル孔の検査方法は、機能液を充填した状態の液滴吐出ヘッドのノズル孔を撮像し、これに付着する異物の有無を検査するノズル孔の検査方法において、ノズル孔のメニスカス面が内部に引き込まれる駆動波形を液滴吐出ヘッドに印加し、このタイミングでノズル孔の撮像を行うことを特徴とする。

この構成によれば、機能液をノズル孔から吐出させることなく、ノズル孔の内部に位置するようにメニスカス面を移行させ、この状態で、ノズル孔を撮像する。このため、撮像される画像には、メニスカス面の引き込みにより露出したノズル孔の吐出側の部位も含まれる。これにより、撮像した画像を観察あるいは画像処理することで、ノズル孔の吐出側の部位に付着した異物（例えば機能液中の溶剤が固化したもの）の有無を容易に検査することができる。

なお、異物が発見された場合には、一般的に、液滴吐出ヘッドに対し吸引処理（ノズル孔を介した機能液の強制排出）やフラッシング（機能液の捨て吐出）を行うことで異物を除去し得るが、除去できない場合には、そのノズル孔を吐出させない設定とするか、液滴吐出ヘッドを交換する。

この場合、液滴吐出ヘッドは、複数のノズル孔を有しており、検査エリアに対し、液滴吐出ヘッドの全ノズル孔から機能液を吐出させる検査吐出工程と、検査エリアの吐出結果から、吐出不良のノズル孔を特定する不良ノズル特定工程と、を有し、不良ノズル特定工程の後、吐出不良のノズル孔を検査対象のノズル孔として、液滴吐出ヘッドに駆動波形を印加してノズル孔を撮像することが、好ましい。

この構成によれば、全てのノズル孔を撮像して検査することは時間効率が悪いことから、先ず検査エリアに対し全ノズル孔から機能液を吐出させ、その結果から特定した吐出不良の疑いのあるノズル孔を撮像による検査対象としている。これにより、全てのノズル孔の検査を効率良く行うことができる。

本発明の電気光学装置の製造方法は、上記した本発明の液滴吐出装置を用い、液滴吐出ヘッドから機能液を吐出して、ワークとなる基板上に成膜部を形成することを特徴とする。

本発明の電気光学装置は、上記した本発明の液滴吐出装置を用い、液滴吐出ヘッドから吐出した機能液により形成した成膜部を、ワークとなる基板上有することを特徴とする。

この構成によれば、上記の液滴吐出装置を用いての成膜処理であるため、電気光学装置の歩留まりを向上することができる。なお、電気光学装置（デバイス）としては、液晶表示装置、有機EL（Electro-Luminescence）装置、電子放出装置、PDP（Plasma Display Panel）装置および電気泳動表示装置等が考えられる。また、電子放出装置は、いわゆるFED（Field Emission Display）装置を含む概念である。さらに、電気光学装置としては、金属配線形成、レンズ形成、レジスト形成および光拡散体形成等を包含する装置が含まれる。

本発明の電子機器は、上記した本発明の電気光学装置を搭載したことを特徴とする。

この構成によれば、高品質な電気光学装置を搭載した電子機器を提供することができる。この場合、電子機器としては、いわゆるフラットパネルディスプレイを搭載した携帯電話、パーソナルコンピュータの他、各種の電気製品がこれに該当する。

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

図1A、1Bは本発明の一実施形態に係る液滴吐出装置の基本的構成を模式的に示した図であり、図1Aは平面図であり、図1Bは正面図である。

図2A、2Bは液滴吐出ヘッドを示す図であり、図2Aはその斜視図、図2Bはそのノズル孔周りを拡大して示す断面図である。

図3は液滴吐出装置の制御構成を示すブロック図である。

図4A、4Bは液滴吐出ヘッドに印加する駆動波形を模式的に示した図であり、図4Aは吐出波形、図4Bは微振動波形である。

図5A、5Bは微振動波形を印加しない場合におけるメニスカス面の影響を説明するための説明図であり、図5Aはノズル孔周りの断面図、図5Bはこの撮像画面の模式図である。

図6A、6Bは微振動波形を印加した場合におけるメニスカス面の影響を説明するための説明図であり、図6Aはノズル孔周りの断面図、図6Bはこの撮像画面の模式図である。

図7は液滴吐出ヘッドの駆動動作、ストロボの駆動動作および認識カメラの撮込みを示すタイムチャートである。

図8は実施形態に係る液滴吐出ヘッドの位置補正方法の処理フローを示すフローチャートである。

図9は液滴吐出ヘッドの位置を平面的に示す説明図である。

図10A-10Cは実施形態に係るノズル孔の検査方法について説明するための図であり、図10Aは検査エリアへの吐出結果を示した平面図、図10Bは微振動波形を印加しない場合の撮像画面の模式図、図10Cは微振動波形を印加した場合の撮像画面の模式図である。

図11は実施形態の液滴吐出装置で製造する液晶表示装置の断面図である。

図12は実施形態の液滴吐出装置で製造する有機EL装置の断面図である。

DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

以下、添付図面を参照して、本発明の一実施形態に係る液滴吐出装置について説明する。この液滴吐出装置は、有機ELデバイス等のフラットパネルディスプレイの製造ラインに組み込まれるものであり、インクジェット方式により、基板（ワーク）に対し液滴吐出ヘッドのノズル孔から発光材料等の機能液滴を選択的に吐出することで描画を行い、基板上に所望の成膜部を形成するものである。また、液滴吐出装置には、液滴吐出ヘッドに機能液を充填した状態で、ノズル孔を撮像して画像認識するノズル孔の画像認識装置が組み込まれている。

図1A、1Bは、液滴吐出装置の基本的構成を示した模式図である。同図に示すように、液滴吐出装置1は、図外の機台上に設けたX軸テーブル3およびY軸テーブル4から成るX・Y移動機構2と、Y軸テーブル4に移動自在に取り付けたメインキャリッジ5と、を備え、メインキャリッジ5には、機能液を吐出する液滴吐出ヘッド20を搭載したヘッドユニット6が保持されている。ワークである基板Wは、例えばガラス基板やポリイミド基板等で構成され、X軸テーブル3に移動自在に取り付けたワークテーブル7にセットされている。

また、液滴吐出装置1には、液滴吐出ヘッド20に機能液を供給する機能液供給機構8や、液滴吐出ヘッド20のノズル孔53を撮像してこれを画像認識する画像認識ユニット9のほか、上記のX・Y移動機構2、液滴吐出ヘッド20、画像認識ユニット9などの各種構成装置を統括制御するコントローラ10（制御部83、図3参照）が組み込まれている。さらに、図示では省略したが、液滴吐出ヘッド20からノズル孔53を介した機能液の吸引を行う吸引ユニットや、液滴吐出ヘッド20の定期的なフラッシング（全ノズル孔53からの機能液の捨て吐出）を受けるフラッシングユニットなどが組み込まれている。

X・Y移動機構2は、いわゆるX・Yの2軸ロボットであり、X軸テーブル3はY軸テーブル4の下方に位置している。X軸テーブル3は、パルス駆動されるリニアモータ23を内蔵したX軸ライダ24を有し、これにワークテーブル7をX軸方向に移動自在に搭載して、構成されている。すなわち、X軸テーブル3は、ワークテーブル7を介して基板WをX軸方向に移動させる。

Y軸テーブル4は、パルス駆動されるリニアモータ21を内蔵したY軸ライダ22を有し、これにメインキャリッジ5をY軸方向に移動自在に搭載して、構成されている。すなわち、Y軸テーブル4は、メインキャリッジ5を介して液滴吐出ヘッド20をY軸方向に移動させる。このように構成されたX・Y移動機構2により、基板Wに対し液滴吐出ヘッド20を相対的にX・Y軸方向に移動させ、液滴吐出ヘッド20からの機能液の吐出により基板Wへの描画が行われる。

具体的には、X軸テーブル3による基板Wの移動に同期して液滴吐出ヘッド20が吐出駆動する構成であり、液滴吐出ヘッド20のいわゆる主走査は、X軸テーブル3による基板WのX軸方向への往復動作により行われる。また、これに

対応して、いわゆる副走査は、Y軸テーブル4による液滴吐出ヘッド20のY軸方向へのピッチ送り動作となる往動動作により行われる。

なお、本実施形態では、液滴吐出ヘッド20に対し、基板Wを主走査方向に移動させるようにしているが、液滴吐出ヘッド20を主走査方向に移動させる構成であってもよい。また、基板Wを固定とし、液滴吐出ヘッド20を主走査方向および副走査方向に移動させる構成であってもよい。

機能液供給機構8は、機能液を貯留した機能液タンク31と、機能液タンク31と液滴吐出ヘッド20とを配管接続する供給チューブ32と、を備えている。供給チューブ32は液滴吐出ヘッド20に繋ぎ込まれており、図外の加圧送液機構等や液滴吐出ヘッド20の吐出駆動によりこれに機能液が供給される。機能液としては、一般的なインクのほか、カラーフィルタのフィルタ材料や、描画後に金属配線として機能する液状金属材料など、各種基板の目的に対応した材料を含有する液体が用いられる。

ヘッドユニット6は、液滴吐出ヘッド20を位置決め固定したサブキャリッジ36と、サブキャリッジ36をθ軸方向に面内回転させるθ軸テーブル37と、を有している。θ軸テーブル37の動力源であるθ軸モータ38を正逆回転すると、θ軸テーブル37がサブキャリッジ36をX-Y平面内で回転させる。すなわち、θ軸テーブル37およびθ軸モータ38により、基板Wに対し液滴吐出ヘッド20を相対的に角度回転させるθ軸移動機構が構成されている。

図2A、2Bに示すように、液滴吐出ヘッド20は、いわゆる2連のものであり、そのヘッド本体41は、ノズル面42を有するノズル形成プレート43と、ノズル形成プレート43に連なる2連のポンプ部44と、ポンプ部44の上方に連なる液体導入部45とで構成されている。液体導入部45は、供給チューブ32が接続される2連の接続針46を有している。ポンプ部44の基部側の方形フランジ部48には、液滴吐出ヘッド20をサブキャリッジ36にねじ固定するための一対のねじ孔49（図示では一つのみ）が対角位置に形成されている。なお、液滴吐出ヘッド20を図外のヘッド保持部材にねじ固定し、このヘッド保持部材をサブキャリッジ36に固定してもよい。

液滴吐出ヘッド20は、ヘッド本体41がサブキャリッジ36の下面から突出

して固定され、ヘッド本体41の下部、すなわちノズル形成プレート43には、2本のノズル列51が相互に平行に形成されている。各ノズル列51は、例えば180個のノズル52が等ピッチでY軸方向に平行に並べられて構成され、計360個のノズル52が全体として千鳥状に配置されている（図10A参照）。そして、ノズル面42に開口したノズル孔53から機能液がドット状に吐出される。

ポンプ部44は、ノズル52の数に対応する圧力室61および圧電素子62（ピエゾ素子）を有し、各圧力室61はノズル52に連通している。ポンプ部44は、圧電素子62を収容した機構部63と、ノズル形成プレート43を接着したシリコンキャビティ64と、機構部63とシリコンキャビティ64とを接合する樹脂フィルム65と、を有している。

圧電素子62は、後述するヘッド駆動ドライバ97（図3参照）から印加される駆動信号の駆動波形（アナログの台形波）に応じて変位し、圧力室61内に圧力変動を生じさせる。例えば、「吐出波形」（図4A参照）が圧電素子62に印加されると、圧力室61内の機能液は、ノズル孔53から吐出される。

なお、液滴吐出ヘッド20のノズル数、ノズル列数、ノズル列の延在方向は本実施形態に限定されないことは言うまでもない。例えば、液滴吐出ヘッド20を同一方向に所定の角度傾けたものであってもよい。また、液滴吐出ヘッド20が単数のものに限らず、これらが複数の場合にあっては、その配置パターンも千鳥状配置、階段状配置など任意である。

画像認識ユニット9は、基板Wから外れた液滴吐出ヘッド20の移動経路上の位置であって、且つノズル面42に対向する位置に固定されている。画像認識ユニット9は、例えば劣化した液滴吐出ヘッド20の交換後、描画作業に先立ち、液滴吐出ヘッド20の位置補正に用いられるものであり、この位置に移動させた液滴吐出ヘッド20のノズル孔53を撮像する。

画像認識ユニット9は、ノズル孔53に撮像光を照射するストロボ71（LED）と、ストロボ71により照射されたノズル孔53を撮像する認識カメラ72と、を備えている。認識カメラ72は、視野内にノズル孔53を捕捉して撮像するいわゆるCCDカメラであり、レンズ系を介して、撮像したノズル孔53の画像を結像するCCD（撮像素子）を具備している。CCDで光電変換されたノズ

ル孔 5 3 の画像データは、A/D 変換されて、コントローラ 1 0 の制御信号により、後述する画像処理部 9 4（図 3 参照）に出力される。

図 3 に示すように、液滴吐出装置 1 の制御系は、基本的に、パーソナルコンピュータなどの上位コンピュータ 8 1 と、液滴吐出ヘッド 2 0 、画像認識ユニット 9 や X・Y 移動機構 2などを駆動する各種ドライバを有する駆動部 8 2 と、駆動部 8 2 を含め液滴吐出装置 1 全体を統括制御する制御部 8 3（コントローラ 1 0）と、を備えている。

上位コンピュータ 8 1 は、制御部 8 3 に接続されたコンピュータ本体 9 1 に、キーボード 9 2 や、キーボード 9 2 による入力結果や認識カメラ 7 2 の撮像結果等を画面表示するディスプレイ 9 3 を接続されて、構成されている。コンピュータ本体 9 1 は、基板 W を描画するための描画データ等を制御部 8 3 に送信する。また、コンピュータ本体 9 1 は、認識カメラ 7 2 で撮像したノズル孔 5 3 の画像データを受信し、これを画像処理する画像処理部 9 4 を有している。画像処理部 9 4 による一連の画像処理では、例えばノズル孔 5 3 の画像を多値化した後、ノズル孔 5 3 の位置の計測が行われる。

駆動部 8 2 は、X 軸テーブル 3 、Y 軸テーブル 4 および Θ 軸テーブル 3 7 の各モータ（2 3 , 2 1 , 3 8）を駆動するモータ駆動ドライバ 9 6 と、液滴吐出ヘッド 2 0 の圧電素子 6 2 に駆動波形を印加するヘッド駆動ドライバ 9 7 と、ストロボ 7 1 を発光させるストロボ駆動ドライバ 9 8 と、を有している。ヘッド駆動ドライバ 9 7 が圧電素子 6 2 に印加する駆動波形には、図 4 A 、 4 B に示すように、ノズル孔 5 3 からの機能液の吐出を伴う「吐出波形」（図 4 A）と、機能液の吐出を伴わない「微振動波形」（図 4 B）とが用意されている。

この場合、ヘッド駆動ドライバ 9 7 は「微振動波形」のトリガ信号をストロボ駆動ドライバ 9 8 に出力し、ストロボ駆動ドライバ 9 8 は、入力したトリガ信号に基づいて、ストロボ 7 1 を発光させる。すなわち、ストロボ駆動ドライバ 9 8 は、液滴吐出ヘッド 2 0 への「微振動波形」の印加に同期して、ストロボ 7 1 を発光させる（詳細は後述する）。

制御部 8 3 は、CPU 1 0 1 と、ROM 1 0 2 と、RAM 1 0 3 と、P-COM 1 0 4 とを備え、これらは互いにバス 1 0 5 を介して接続されている。ROM

102は、CPU101で処理する制御プログラムや制御データを記憶する制御プログラム領域や、描画や撮像等を行うための制御データ等を記憶する制御データ領域を有している。

RAM103は、各種レジスタ群の他、主として、上位コンピュータ81から入力した液滴吐出ヘッド20の位置データを記憶する入力位置データ領域、描画のための描画データを記憶する描画データ領域、認識カメラ72で撮像されA/D変換された画像データを一時的に記憶する画像データ記憶領域（いわゆる画像メモリ）等を有し、制御処理のための各種作業領域として使用される。

P-CON104には、駆動部82の各種ドライバのほか、上記の機能液供給機構8や認識カメラ72等が接続されている。P-CON104には、CPU101の機能を補うと共に周辺回路とのインターフェース信号を取り扱うための論理回路が、ゲートアレイやカスタムLSIなどにより構成されて組み込まれている。このため、P-CON104は、上位コンピュータ81からの各種指令などをそのままあるいは加工してバス105に取り込むと共に、CPU101と連動して、CPU101等からバス105に出力されたデータや制御信号を、そのままあるいは加工して駆動部82に出力する。また、P-CON104は、認識カメラ72からのデータを取り込み、CPU101と連動して、ノズル孔53の画像データを画像処理部94に出力する。

そして、CPU101は、上記の構成により、ROM102内の制御プログラムに従って、P-CON104を介して各種信号、各種指令、各種データ等を入力し、RAM103内の各種データ等を処理した後、P-CON104を介して駆動部82や画像処理部94に各種の制御信号を出力することにより、液滴吐出装置1全体を制御している。

例えば、CPU101は、液滴吐出ヘッド20およびX・Y移動機構2を制御して、所定の描画条件および所定の移動条件で基板Wに描画を行う。また、ノズル孔53の画像認識作業を行う場合には、画像認識ユニット9の位置にて、X・Y移動機構2により液滴吐出ヘッド20の移動動作を制御すると共に、液滴吐出ヘッド20への微振動波形の印加、そのタイミングに対応したストロボ71の発光および認識カメラ72の撮り込みを制御する。

ここで、ノズル孔 5 3 の画像認識方法について、図 4 A, 4 B ないし図 7 を参照して詳細に説明する。先ず、図 4 に示す二つの駆動波形について説明する。

図 4 A に示す「吐出波形」では、電圧値が中間電圧 V_m からスタートし、所定の電圧勾配で中間電圧 V_m に対し h_1 高い最大電圧まで上昇する (P 1)。最大電圧が所定時間維持されたところで (P 2)、所定の電圧勾配で中間電圧 V_m から h_2 低い最低電圧まで下降する (P 3)。この最大電圧から最低電圧までの電圧変化 ($h_1 + h_2$ に相当) に対応する波形を圧電素子 6 2 に印加することで、ノズル孔 5 3 から機能液滴が吐出される。そして、最低電圧が所定時間維持されたところで (P 4)、再び中間電圧 V_m に上昇し (P 5)、所定時間維持される (P 6)。

図 4 B に示す「微振動波形」では、電圧値が中間電圧 V_m からスタートし、所定の電圧勾配 θ_A で中間電圧に対し h_1 高い最大電圧まで上昇する (P 7)。最大電圧が所定時間 (t_1) 維持されたところで (P 8)、所定の電圧勾配 θ_B で中間電圧 V_m まで下降して (P 9)、中間電圧 V_m で維持される (P 10)。このような電圧変化 (h_1 に相当) に対応する波形を圧電素子 6 2 に印加しても、圧力室 6 1 内の圧力変動が小さいため、ノズル孔 5 3 から機能液滴が吐出されず、ノズル 5 2 における機能液が微振動するのみとなる。

すなわち、「微振動波形」は、機能液滴の吐出を伴わずに、ノズル孔 5 3 のメニスカス面を単周期微動させることになる。ここで、メニスカス面とは、ノズル孔 5 3 の吐出側に形成される機能液の表面をいう。そしてメニスカス面は、駆動波形を圧電素子 6 2 に印加していない状態では、図 5 A に示すように、ノズル面 4 2 に対し僅かに凸状の態様をなす場合がある。

「微振動波形」が印加されると、図 4 B に示す P 7 の過程では、メニスカス面がノズル孔 5 3 の内部へ（圧力室 6 1 側へ）と引き込まれ始める（P 1 の過程も同様）。その後の P 8 の過程では、図 6 A に示すように、メニスカス面が所定位置に移行しその引き込まれた状態が維持されると共に、ノズル孔 5 3 の吐出側の内周部位が露出する。そして、P 9 の過程で、メニスカス面は、ノズル孔 5 3 の外方（吐出側）へと押し出され、機能液滴の吐出を伴わずに、図 5 A に示す元の位置に戻る（P 10）。なお、一般的に「微振動波形」には、ノズル孔 5 3 にお

けるメニスカス面を構成する機能液部分を微振動により流動させ、機能液の増粘を抑制する。

図 5 A, 5 B は、「微振動波形」を印加しない場合における、画像認識ユニット 9 に対するメニスカス面の影響を説明するための説明図である。メニスカス面を変化させることなく、ノズル孔 5 3 に対しストロボ 7 1 を発光させると、図 5 A に示すように、メニスカス面に照射ムラが生じる。このため、図 5 B に示す認識カメラ 7 2 の撮像結果のように、ノズル孔 5 3 の画像を適切に撮り込むことができず、複雑な画像前処理が必要となる。

一方、図 6 A, 6 B は、「微振動波形」を印加した場合における同様の説明図である。図 6 A に示すように、メニスカス面をノズル孔 5 3 の内部に引き込ませた状態で、ノズル孔 5 3 に対しストロボ 7 1 を発光させることで、メニスカス面の照射ムラを回避することができる。これにより、メニスカス面の影響を排除できるため、図 6 B に示すように、認識カメラ 7 2 ではノズル孔 5 3 の画像を適切に取り込むことができ、画像処理部 9 4 における画像処理が簡単となる。

図 7 は、ノズル孔 5 3 の画像認識方法における「微振動波形」の印加、ストロボ 7 1 の発光および画像撮り込みのタイミングの一例を示すタイムチャートである。同図に示すように、ストロボ駆動信号は、圧電素子 6 2 への「微振動波形」の印加開始（立ち上がり）から所定の時間遅延して立ち上がり、その信号のタイミングでストロボ 7 1 が発光する。そして、ストロボ 7 1 の発光中に、認識カメラ 7 2 によってノズル孔 5 3 の画像が撮り込まれる。

このように、ストロボ駆動ドライバ 9 8 は、ヘッド駆動ドライバ 9 7 から出力された「微振動波形」のトリガ信号に基づいて、メニスカス面がノズル孔 5 3 の内部に引き込むタイミングでストロボ 7 1 を発光させ（図 4 : P 7）、同図 P 8 に示すノズル面 4 2 が引き込んだ状態で、ノズル孔 5 3 の画像が認識カメラ 7 2 に撮りこまれる。また、図 7 に示すように、複数回連続的に、「微振動波形」の印加やストロボ 7 1 の発光等を行うことで、光量不足の問題が生じず、より適切に画像を撮り込むことができる。

そして最終的に、画像処理部 9 4において、ノズル孔 5 3 の画像を画像処理することでノズル孔 5 3 の中心位置座標を計測し、予め設定したノズル孔 5 3 の基

準位置と比較演算することで、ノズル孔 5 3 の位置ずれ、すなわち液滴吐出ヘッド 2 0 の位置ずれを認識することができる。

このように、本実施形態のノズル孔 5 3 の画像認識方法によれば、「微振動波形」を活用することで、機能液を充填した液滴吐出ヘッド 2 0 のノズル孔 5 3 を適切に撮像してこれを良好に画像認識することができる。また、ストロボ 7 1 の発光タイミングを、ヘッド駆動ドライバ 9 7 から取得した駆動波形の印加タイミングを基点としているため、ストロボ 7 1 による発光のための専用のタイミングデータを生成する必要がない。

なお、ノズル孔 5 3 を画像認識する場合には、先ず、液滴吐出ヘッド 2 0 をフラッシングユニットの位置に移動させ、液滴吐出ヘッド 2 0 をフラッシング動作（ヘッド駆動ドライバ 9 7 を用いての機能液の捨て吐出）を行うことが好ましい。

また、本実施形態では、メニスカス面がノズル孔 5 3 の内部に引き込むタイミングで撮像する構成としたが、「微振動波形」等の機能液の吐出を伴わない特殊な駆動波形を用いることで、メニスカス面がノズル孔 5 3 から突出する様で撮像するようにしてもよい。換言すれば、ノズル孔 5 3 におけるメニスカス面の位置が常に同一となる駆動波形を用いると共に、その位置におけるメニスカス面への一定の照射ムラを考慮した画像処理プロセスを予め構築しておくことで、撮像後の画像処理においてメニスカス面の照射ムラを好適に吸収して、ノズル孔 5 3 を適切に認識することができる。

次に、上記の画像認識方法を用いた液滴吐出ヘッド 2 0 の位置補正方法について説明する。図 8 は、液滴吐出ヘッド 2 0 の位置補正方法について、液滴吐出ヘッド 2 0 を交換した場合における一連の処理フローを示したフローチャートである。

先ず、ステップ S 1 では、液滴吐出ヘッド 2 0 をサブキャリッジ 3 6 から取り外し、これに新たな液滴吐出ヘッド 2 0 をねじ固定する。その後、図外の吸引ユニット等を用いて、機能液供給機構 8 の機能液を液滴吐出ヘッド 2 0 に充填する。充填完了後（セット後）の液滴吐出ヘッド 2 0 は、取付けの基準位置に対し、X・Y・ Θ 軸方向に僅かに位置ずれし得る（図 9 の仮想線参照）。そこで、同図に示すように、最外端の 2 つのノズル孔 5 3、5 3 を認識対象として、上記の画像

認識を行う。

具体的には、Y軸テーブル4により液滴吐出ヘッド20を認識カメラ72の位置へ移動させ、撮像対象となる一方のノズル孔53を認識カメラ72の視野内（の中心）に臨ませる（S2）。ここで、図6に示すタイムチャートに従って、ノズル孔53の画像を取り込む（S3）。ステップS4の判断分岐を経て（S4：NO）、他方のノズル孔53についても同様に処理される。すなわち、Y軸テーブル4が再駆動して、他方のノズル孔53が認識カメラ72の視野内に臨み（S2）、その画像が取り込まれる（S3）。

その後、各ノズル孔53の画像について画像処理され、液滴吐出ヘッド20の位置ずれが認識された後（S5）、液滴吐出ヘッド20の位置に関する補正データが生成される（S6）。ステップS6の補正データの生成では、先ず、二つのノズル孔53のX・Y軸方向に関する変位データ（ ΔX , ΔY ）をそれぞれ算出し、この二つの変位データを基に、液滴吐出ヘッド20の回転中心を考慮して Θ 軸方向に関する Θ 軸補正データ（ $\Delta \Theta$ ）が生成される。そして、 Θ 軸補正データを加味して、X軸方向に関するX軸補正データとY軸方向に関するY軸補正データとが生成される。

ステップS7における位置補正では、 Θ 軸補正データに基づいて Θ 軸移動機構を駆動し、液滴吐出ヘッド20を回転補正する。また、X・Y軸方向に関するX・Y軸補正データに基づいて、RAM103に記憶している液滴吐出ヘッド20の位置データが補正される。これにより、液滴吐出ヘッド20の位置補正を含めた一連の交換作業が終了する。

このように、上記の画像認識方法を有効に活用して、二つのノズル孔53の画像認識結果に基づいて、液滴吐出ヘッド20の位置データを補正しているため、サブキャリッジ36に対する液滴吐出ヘッド20の取付け精度をより高めることができる。また、位置補正された液滴吐出ヘッド20は、基板Wの目標位置に正確に機能液滴を吐出・着弾させることが可能となる。

次に、図10A-10Cを参照して、ノズル孔の検査方法について説明する。このノズル孔の検査方法は、機能液を充填した状態の液滴吐出ヘッド20のノズル孔53を撮像し、これに付着する異物（例えば機能液中の溶剤が固化したもの

) の有無を検査するものである。

この検査の準備作業として、液滴吐出ヘッド20を吸引ユニットの位置に移動させ、液滴吐出ヘッド20に対し吸引処理を行うか、あるいは液滴吐出ヘッド20をフラッシングユニットの位置に移動させ、液滴吐出ヘッド20にフラッシング動作させる。準備完了後には先ず、検査エリア120に対し、液滴吐出ヘッド20を主走査してテストパターン描画を行う。検査エリア120は、基板Wにおける不要部分、例えば周縁部や後に切断される部分などの非描画エリアで構成される。もっとも、基板Wに代えてターゲットプレートをワークテーブル7に導入してもよいし、ターゲットプレートを液滴吐出ヘッド20の移動経路上に配置してもよい。

図10Aは、検査エリア120に対し、液滴吐出ヘッド20の全ノズル孔53に機能液滴の吐出動作をさせた吐出結果を表している。図中の黒丸「●」は、各ノズル孔53の吐出により形成された検査エリア120上のドットを表し、白丸「○」はノズル孔53における機能液の不吐出を表している。この場合、検査エリア120の吐出結果から、白丸「○」に相当するノズル孔Aと、基準ラインから外れた黒丸「●」に相当するノズル孔Bと、が吐出不良の疑いのあるノズル孔と特定される。

そして次の検査作業において、吐出不良のノズル孔Aおよびノズル孔Bを検査対象のノズル孔として、上記の画像認識ユニット9による撮像を行う。すなわち、液滴吐出ヘッド20を画像認識ユニット9の位置に移動させ、「微振動波形」を印加し、メニスカス面が内部に引き込むタイミングでノズル孔Aおよびノズル孔Bの撮像を行う。これにより、図10Cに示すように、メニスカメ面の照射ムラという事態すら生じないことはもとより（図10B参照）、撮像した画像には、メニスカス面の引き込みにより露出したノズル孔53の吐出側の部位も含ませることができ、異物Cを照射ムラとは無関係にクローズアップさせることができる。

したがって、撮像した画像を、画像処理あるいはオペレータにより観察することで、ノズル孔53の吐出側の部位に付着した異物Cの有無を容易に且つ効率よく検査することができる。なお、ノズル孔Bのように機能液滴の飛行曲がりが生じる要因は、一般的に図10Bおよび10Cに示す異物Cであることが知られて

いる。また、ノズル孔Aのように機能液滴の不吐出は、ノズル52における機能液の増粘が原因であると考えられる。

このように、異物Cや不吐出が発見された場合には、液滴吐出ヘッド20を吸引ユニットの位置に移動させ、液滴吐出ヘッド20に対し吸引処理を行うことで、かかる不具合を解消し得る。あるいは、液滴吐出ヘッド20をフラッシングユニットの位置に移動させ、液滴吐出ヘッド20にフラッシング動作させてもよい。これらの回復処理を行ってもノズル孔53が吐出不良ノズルと特定される場合には、そのノズル孔53を吐出させない設定とするか、液滴吐出ヘッド20を交換する処置をとればよい。

ところで、本実施形態の液滴吐出装置1は、各種の材料からなる機能液を用いることで、各種の電気光学装置（デバイス）の製造に用いることができる。すなわち、液晶表示装置、有機EL装置、PDP装置および電気泳動表示装置等の製造に適用することができる。もちろん、液晶表示装置等に用いるカラーフィルタの製造にも適用することができる。また、他の電気光学装置としては、金属配線形成、レンズ形成、レジスト形成および光拡散体形成等を包含する装置が考えられる。そして、これらの電気光学装置を備えた電子機器、例えばフラットパネルディスプレイを搭載した携帯電話を提供することができる。

そこで、この液滴吐出装置1を用いた製造方法を、液晶表示装置の製造方法および有機EL装置の製造方法を例に説明し、他のデバイスについても簡単に説明する。

図11は、液晶表示装置の断面図である。同図に示すように、液晶表示装置450は、上下の偏光板462、467間に、カラーフィルタ400と対向基板466とを組み合わせ、両者の間に液晶組成物465を封入することにより構成されている。また、カラーフィルタ400および対向基板466間には、配向膜461、464が構成され、対向基板466の内側の面には、TFT（薄膜トランジスタ）素子（図示せず）と画素電極463とがマトリクス状に形成されている。

カラーフィルタ400は、マトリクス状に並んだ画素（フィルタエレメント）を備え、画素と画素の境目は、バンク413により区切られている。画素の1つ1つには、赤（R）、緑（G）、青（B）のいずれかのフィルタ材料（機能液）

が導入されている。すなわち、カラーフィルタ400は、透光性の基板411（ワークW）と、遮光性のバンク413とを備えている。バンク413が形成されていない（除去された）部分は上記画素を構成し、この画素に導入された各色のフィルタ材料は着色層421を構成する。バンク413及び着色層421の上面には、オーバーコート層422及び電極層423が形成されている。

そして、本実施形態の液滴吐出装置1では、バンク413で区切られて形成された画素内に、液滴吐出ヘッド20により、R・G・B各色の機能液を着色層形成領域毎に選択的に吐出している。そして、塗布した機能液を乾燥させることにより、成膜部となる着色層421を得るようにしている。また、液滴吐出装置1では、液滴吐出ヘッド20により、オーバーコート層422など各種の成膜部を形成している。

同様に、図12を参照して、有機EL装置とその製造方法を説明する。同図に示すように、有機EL装置500は、ガラス基板501（ワークW）上に回路素子部502が積層され、回路素子部502上に主体を為す有機EL素子504が積層されている。また有機EL素子504の上側には、不活性ガスの空間を存して封止用基板505が形成されている。

有機EL素子504には、無機物バンク層512aおよびこれに重ねた有機物バンク層512bによりバンク512が形成され、このバンク512により、マトリクス状の画素が画成されている。そして、各画素内には、下側から画素電極511、R・G・Bいずれかの発光層510bおよび正孔注入／輸送層510aが積層され、且つ全体がCaやAl等の薄膜を複数層に亘って積層した対向電極503で覆われている。

そして、本実施形態の液滴吐出装置1では、R・G・Bの各発光層510bおよび正孔注入／輸送層510aの成膜部を形成するようにしている。また、液滴吐出装置1では、正孔注入／輸送層510aを形成した後に、液滴吐出ヘッド20に導入する機能液としてCaやAl等の液体金属材料を用いて、対向電極503を形成する等している。

PDP装置の製造方法では、複数の液滴吐出ヘッド20にR、G、B各色の蛍光材料を導入し、複数の液滴吐出ヘッド20を主走査および副走査し、蛍光材料

を選択的に吐出して、背面基板上の多数の凹部にそれぞれ蛍光体を形成する。

電気泳動表示装置の製造方法では、複数の液滴吐出ヘッド 20 に各色の泳動体材料を導入し、複数の液滴吐出ヘッド 20 を主走査および副走査し、泳動体材料を選択的に吐出して、電極上の多数の凹部にそれぞれ蛍光体を形成する。なお、帶電粒子と染料とからなる泳動体は、マイクロカプセルに封入されていることが好ましい。

金属配線形成方法では、複数の液滴吐出ヘッド 20 に液状金属材料を導入し、複数の液滴吐出ヘッド 20 を主走査および副走査し、液状金属材料を選択的に吐出して、基板上に金属配線を形成する。例えば、上記の液晶表示装置におけるドライバと各電極とを接続する金属配線や、上記有機EL装置における TFT 等と各電極とを接続する金属配線に適用してこれらのデバイスを製造することができる。また、この種のフラットパネルディスプレイの他、一般的な半導体製造技術に適用できることは言うまでもない。

レンズの形成方法では、複数の液滴吐出ヘッド 20 にレンズ材料を導入し、複数の液滴吐出ヘッド 20 を主走査および副走査し、レンズ材料を選択的に吐出して、透明基板上に多数のマイクロレンズを形成する。例えば、上記 FED 装置におけるビーム収束用のデバイスを製造する場合に適用可能である。また、各種光デバイスの製造技術にも適用可能である。

レンズの製造方法では、複数の液滴吐出ヘッド 20 に透光性のコーティング材料を導入し、複数の液滴吐出ヘッド 20 を主走査および副走査し、コーティング材料を選択的に吐出して、レンズの表面にコーティング膜を形成する。

レジスト形成方法では、複数の液滴吐出ヘッド 20 にレジスト材料を導入し、複数の液滴吐出ヘッド 20 を主走査および副走査し、レジスト材料を選択的に吐出して、基板上に任意形状のフォトレジストを形成する。例えば、上記の各種表示装置におけるバンクの形成はもとより、半導体製造技術の主体をなすフォトリソグラフィー法において、フォトレジストの塗布に広く適用可能である。

光拡散体形成方法では、複数の液滴吐出ヘッド 20 に光拡散材料を導入し、複数の液滴吐出ヘッド 20 を主走査および副走査し、光拡散材料を選択的に吐出して、基板上に多数の光拡散体を形成する。この場合も、各種光デバイスに適用可

能であることはいうまでもない。

本発明のノズル孔の画像認識方法・装置によれば、液滴吐出ヘッドに印加した駆動波形により、ノズル孔のメニスカス面を所定の位置へと移行させて撮像しているため、ノズル孔を常に同一条件のもとで撮像できる。したがって、液滴吐出ヘッドの移動動作等に関らず、これに機能液を充填した状態において、ノズル孔の画像認識精度を高めることができると共に、画像処理のプロセスを単純化できる。

本発明のノズル孔の検査方法によれば、ノズル孔のメニスカス面が内部に引き込まれる駆動波形を液滴吐出ヘッドに印加し、このタイミングでノズル孔の撮像を行うため、ノズル孔の吐出側の部位を画像として撮り込むことができる。したがって、その画像を観察等することで、ノズル孔の吐出側の部位に付着した異物の有無を容易に且つ適切に検査することができる。

本発明の液滴吐出ヘッドの位置補正方法によれば、上記のノズル孔の画像認識方法を用いて、液滴吐出ヘッドの位置データを補正するため、液滴吐出ヘッドの位置補正を高精度且つ迅速に行うことができる。

本発明の液滴吐出装置によれば、液滴吐出ヘッドが上記のノズル孔の画像認識装置を用いて位置補正されているため、液滴吐出ヘッドから吐出される機能液をワークの目標位置に正確に着弾させることができる。

本発明の電気光学装置の製造方法、電気光学装置および電子機器によれば、機能液の着弾精度の良好な液滴吐出装置を用いて製造されるため、高品質で信頼性の高い各種の電気光学装置、電子機器を提供することができる。

What is claimed is:

【請求項 1】 機能液を充填した状態の液滴吐出ヘッドのノズル孔を撮像し、これを画像認識するノズル孔の画像認識方法において、

前記ノズル孔のメニスカス面を単周期微動させる駆動波形の前記液滴吐出ヘッドへの印加に同期させて、当該ノズル孔を撮像することを特徴とするノズル孔の画像認識方法。

【請求項 2】 前記駆動波形により、前記メニスカス面が前記ノズル孔の内部に引き込まれるタイミングで前記撮像が行われることを特徴とする請求項 1 に記載のノズル孔の画像認識方法。

【請求項 3】 前記ノズル孔に対し、ストロボを発光させて撮像を行うことを特徴とする請求項 1 に記載のノズル孔の画像認識方法。

【請求項 4】 請求項 1 に記載のノズル孔の画像認識方法を用い、前記液滴吐出ヘッドのノズル孔の位置を画像認識する認識工程と、

前記認識工程における認識結果に基づいて、前記液滴吐出ヘッドの位置データを補正するデータ補正工程と、
を備えたことを特徴とする液滴吐出ヘッドの位置補正方法。

【請求項 5】 機能液を充填した状態の液滴吐出ヘッドのノズル孔を撮像し、これに付着する異物の有無を検査するノズル孔の検査方法において、

前記ノズル孔のメニスカス面が内部に引き込まれる駆動波形を前記液滴吐出ヘッドに印加し、このタイミングで当該ノズル孔の撮像を行うことを特徴とするノズル孔の検査方法。

【請求項 6】 前記液滴吐出ヘッドは、複数のノズル孔を有しており、
検査エリアに対し、前記液滴吐出ヘッドの全ノズル孔から機能液を吐出させる
検査吐出工程と、

前記検査エリアの吐出結果から、吐出不良のノズル孔を特定する不良ノズル特定工程と、を有し、

前記不良ノズル特定工程の後、前記吐出不良のノズル孔を検査対象のノズル孔として、前記液滴吐出ヘッドに前記駆動波形を印加して当該ノズル孔を撮像することを特徴とする請求項 5 に記載のノズル孔の検査方法。

【請求項 7】 機能液を充填した状態の液滴吐出ヘッドのノズル孔を撮像し、これを画像認識するノズル孔の画像認識装置において、

前記ノズル孔に撮像光を照射するストロボと、

前記ストロボにより照射された前記ノズル孔を撮像する認識カメラと、

前記ノズル孔のメニスカス面を単周期微動させる駆動波形を前記液滴吐出ヘッドに印加するヘッド駆動ドライバと、

前記液滴吐出ヘッドへの前記駆動波形の印加に同期して、前記ストロボを発光させるストロボ駆動ドライバと、

を備えたことを特徴とするノズル孔の画像認識装置。

【請求項 8】 前記駆動波形は、前記メニスカス面を前記ノズル孔の内部に引き込ませる波形であり、

前記ストロボ駆動ドライバは、前記メニスカス面が前記ノズル孔の内部に引き込むタイミングで前記ストロボを発光させることを特徴とする請求項 7 に記載のノズル孔の画像認識装置。

【請求項 9】 前記認識カメラは、前記液滴吐出ヘッドのノズル面に対向する位置に固定されていることを特徴とする請求項 7 に記載のノズル孔の画像認識装置。

【請求項 10】 ワークに対し、液滴吐出ヘッドを相対的に移動させてノズル孔から機能液の選択的な吐出を行う液滴吐出装置において、

請求項 7 に記載のノズル孔の画像認識装置と、

前記液滴吐出ヘッドの位置データを記憶した記憶手段と、を備え、

前記位置データは、前記ノズル孔の画像認識装置によるノズル孔の位置の画像認識結果に基づいて補正されたデータであることを特徴とする液滴吐出装置。

【請求項 11】 請求項 10 に記載の液滴吐出装置を用い、

前記液滴吐出ヘッドから機能液を吐出して、前記ワークとなる基板上に成膜部を形成することを特徴とする電気光学装置の製造方法。

【請求項 12】 請求項 10 に記載の液滴吐出装置を用い、

前記液滴吐出ヘッドから吐出した機能液により形成した成膜部を、前記ワークとなる基板上有することを特徴とする電気光学装置。

【請求項 13】 請求項 1 2 に記載の電気光学装置を搭載したことを特徴とする電子機器。

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

機能液を充填した状態の液滴吐出ヘッドのノズル孔を撮像し、これを画像認識するノズル孔の画像認識方法において、ノズル孔のメニスカス面を単周期微動させる駆動波形の液滴吐出ヘッドへの印加に同期させて、ノズル孔を撮像する。これにより、機能液を充填した状態でノズル孔を精度良く画像認識等することができるノズル孔の画像認識方法およびこれを用いた液滴吐出ヘッドの位置補正方法、ノズル孔の検査方法、ノズル孔の画像認識装置およびこれを備えた液滴吐出装置等が提供できる。